

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 568 308

②① N° d'enregistrement national :

85 11429

⑤① Int Cl⁴ : F 01 D 5/12; F 02 C 7/00.

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26 juillet 1985.

③⑦ Priorité : US, 30 juillet 1984, n° 635.958.

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 31 janvier 1986.

⑥① Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY. — US.

⑦② Inventeur(s) : David Dubble Klassen et Douglas Bryan
Ballantyne.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : M. Dugas GETSCO.

⑤④ Aube de rotor.

⑤⑦ Aube perfectionnée pour un ensemble disque et aubes de
rotor ayant un poids réduit et les mêmes caractéristiques de
résistance que les ensembles de rotor classiques.

Elle comprend :

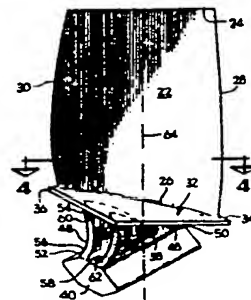
- une pale 22 ayant une embase 26;
- un pied 38 s'étendant à partir de l'embase 26 de la pale

et;

- une queue d'aronde 40 s'étendant à partir du pied 38.

Le pied 38 comportant deux surfaces latérales opposées 48,
et une première et deuxième surfaces d'extrémité 50, 52
opposées, les surfaces latérales 48 étant plus longues que les
surfaces d'extrémité 52 et la deuxième surface d'extrémité du
pied comportant une alvéole 58 s'étendant à l'intérieur vers la
première surface d'extrémité 52 du pied et entre la queue
d'aronde 40 et l'embase 26 de la pale 22.

Application aux moteurs à turbine à gaz.



FR 2 568 308 - A1

L'invention concerne de manière générale des aubes de rotor de moteur à turbine à gaz et, plus particulièrement, des ensembles disque et aubes pour les parties de compresseur et de soufflante.

- 5 Les ensembles disque et aubes, c'est-à-dire des aubes discrètes comportant des queues d'aronde, montées dans des fentes de forme complémentaire dans un disque de rotor, sont bien connus de la technique. Les ensembles monobloc
- 10 disque et aubes, par exemple comme celui décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 363 602 sont aussi bien connus de la technique. L'utilisation d'un ensemble monobloc par rapport à un ensemble disque et aubes permet d'obtenir de nombreuses améliorations y compris une résistance struc-
- 15 turelle accrue et un rendement aérodynamique amélioré. En particulier un ensemble monobloc peut être conçu pour obtenir un rapport de rayon relativement faible, rapport défini comme étant le rayon du moyeu d'entrée divisé par le rayon du bout d'aube, ayant des valeurs inférieures à environ 0,5, et pour avoir un facteur de plénitude à l'endroit de l'emba-
- 20 se relativement élevé, facteur défini comme étant la longueur de la corde à l'endroit de l'embase divisée par la distance entre des aubes adjacentes, ayant des valeurs supérieures à 2,3 pour obtenir des améliorations significatives du rendement aérodynamique.

25

- 2 -

Par exemple, un moteur avancé de General Electric comprend un ensemble monobloc en titane de premier étage de compresseur en titane ayant un rapport de rayons d'environ 0,42 et un facteur de plénitude d'environ 3,1. Bien que cet ensemble monobloc permette d'obtenir des augmentations notables de rendement, on estime souhaitable d'avoir des aubes remplaçables en vue de réparer plus aisément tout dommage provoqué par un corps étranger. En outre on considère aussi comme souhaitable l'utilisation d'acier de type courant pour les aubes pour diminuer les coûts.

Cependant, l'expérience a montré que les ensembles classiques disque et aubes en acier sont limités à des rapports de rayons supérieurs à environ 0,5 et à des facteurs de plénitude inférieurs à environ 2,2, ceci dû à des considérations de durées de vie et de résistance à la fatigue oligocyclique et à la fatigue vibratoire. On remarquera que pour un étage de compresseur donné, le nombre et la taille des aubes nécessaires pour obtenir la quantité de travail souhaitée est généralement une donnée fixe. Avec ce nombre donné d'aubes, on admet que pour obtenir un rapport de rayons réduit pour améliorer des rendements aérodynamiques, le périmètre extérieur du disque doit être diminué en conséquence, fournissant ainsi un espace circulaire plus petit pour monter les aubes et augmentant par conséquent le facteur de plénitude.

En conséquence, des parties de pied et de queue d'aronde plus petites sont nécessaires du fait des limitations matérielles dues à cette périphérie limitée pour des applications à faible rapport de rayons. Cependant, dans la mesure où la taille de la partie de pale de l'aube ne peut fondamentalement varier, les pieds et queue d'aronde classiques qui sont nécessairement plus petits sont structurellement inadéquats pour monter de manière appropriée l'aube sur le disque. Par exemple, un pied et une queue d'aronde classiques seront relativement plus souples et auront moins de

zones de surface de transfert de charge conduisant ainsi à des problèmes non souhaités de fatigue oligocyclique et de fatigue vibratoire dans l'ensemble disque et queue d'aronde.

Par conséquent la présente invention a pour buts
5 de réaliser :

- un nouvel ensemble perfectionné disque et aubes ;
- un ensemble disque et aubes qui soit interchangeable avec un ensemble monobloc disque et aubes, ayant un rapport de rayons relativement faible et un facteur de plénitude
10 niture relativement élevé ;
- une nouvelle aube de rotor perfectionnée ayant une partie de pied améliorée ;
- une nouvelle aube de rotor perfectionnée, comportant des parties de pied et de queue d'aronde qui sont
15 relativement plus légères que les parties classiques tout en maintenant une rigidité à la flexion et une capacité de support de charges acceptables ;
- une aube de rotor perfectionnée ayant un poids réduit pour minimiser les effets de concentration d'efforts.

20 L'invention comporte un ensemble disque et aubes comprenant une nouvelle aube de rotor perfectionnée. L'aube comprend un pied et une queue d'aronde s'étendant à partir d'une partie de pale. le pied comporte une alvéole intérieure s'étendant à partir d'une surface d'extrémité. L'alvéole
25 du pied permet de diminuer le poids de l'aube tout en maintenant une rigidité à la flexion suffisante. Dans un mode de réalisation recommandé de la présente invention, un ensemble disque et aubes d'acier peut être interchangeable avec un ensemble disque et aubes monobloc en titane ayant un rapport
30 de rayons inférieur à environ 0,5 et un facteur de plénitude supérieur à environ 2,2.

La description qui va suivre se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Figure 1 une vue partiellement en coupe d'un compresseur d'un moteur à turbine à gaz selon un mode de réalisation
35 de la présente invention ;

- 4 -

Figure 2, une vue de bout de l'ensemble disque et aubes du compresseur représenté figure 1 vu à partir de la direction indiquée par la flèche 2 ;

Figure 3A, une vue isométrique d'une des aubes de rotor représentées figure 1 considérée à partir d'une direction aval ;

Figure 3B une vue latérale de l'aube de la figure 3A ;

Figure 3C une vue arrière de bout de l'aube de la figure 3A ;

Figure 4 une vue de dessus en coupe de l'aube de la figure 3A prise selon la ligne 4-4 ;

Figure 5, une vue latérale d'une aube de rotor selon un autre mode de réalisation de la présente invention.

On a représenté figure 1 une partie d'un compresseur 10 d'un moteur à turbine à gaz. Le compresseur 10 comporte une entrée, un premier ensemble disque et aubes de premier étage 12 placé en amont et coaxialement avec une série d'aubes de stator 14 réparties circulairement autour d'un axe longitudinal du compresseur ou du moteur 16. L'ensemble 12 disque et aubes comporte une série d'aubes de rotor 18 réparties circulairement fixées à un disque de rotor 20.

Plus particulièrement, et en liaison avec les figures 1 et 2, l'aube 18 comporte une partie de pale relativement mince et rigide 22 comportant un bout d'aube 24, une embase 26, un bord d'attaque 28 et un bord de fuite 30. L'aube 18 comporte en outre une plate-forme généralement rectangulaire 32 s'étendant latéralement vers l'extérieur à partir de l'embase 26 de la pale. La plate-forme 32 est relativement fortement inclinée, de l'ordre d'environ 20 à 35°, vers le haut vers le bout d'aube 24, à partir du bord d'attaque 28 vers le bord de fuite 30, et elle réalise un trajet d'écoulement d'air intérieur dans le compresseur 10, La plate-forme 32 comporte une extrémité avant amont 34 et

une extrémité arrière aval 36, l'extrémité arrière 36 étant placée à un rayon supérieur à celui de l'extrémité avant 34. L'aube 18 comprend aussi un pied 38 s'étendant coaxialement à partir de la pale 22 à l'endroit de la plate-forme 32, et
5 une queue d'aronde d'engagement axial 40 de forme classique s'étendant à partir du pied 38.

Le disque 20 comprend une série de fentes 42 réparties circulairement, placées axialement dans un périmètre extérieur 44, qui ont une forme complémentaire à celle des
10 queues d'aronde d'aubes 40, et qui reçoivent les queues d'aronde 40 pour fixer les aubes 18 au disque. L'air 46 est canalisé de manière appropriée à travers les aubes de rotor 18 et les aubes de stator 14 et y est comprimé.

Les aubes 18 ont un rapport de rayons de moyeu inférieur R_1/R_2 , défini par rapport à l'axe central 16, qui est égal au rayon de moyeu R_1 de l'aube 12 défini à l'intersection du bord d'attaque 28 de l'aube et de la plate-forme 32, divisé par le rayon R_2 du bout d'aube 24 à l'endroit du bord d'attaque 28. Le rayon R_3 du périmètre ex-
20 térieur 44 du disque est, de manière appropriée inférieur au rayon de moyeu R_1 pour permettre l'ajustement de la plate-forme 32, du pied 38 et de la queue d'aronde 40.

Les aubes 18 sont réparties circulairement avec une distance D entre des bords d'attaque adjacents 28 à
25 l'endroit de l'embase 26. Chaque aube 18 a une longueur de corde C , mesurée à partir du bord d'attaque 28 jusqu'au bord de fuite 30 à l'endroit de l'embase 26. Le facteur de plénitude au droit des embases d'aubes est défini comme étant le rapport C/D et est une grandeur sans dimension, directement
30 proportionnelle aux forces centrifuges qui doivent être supportées de manière appropriée par chaque fente de disque 42. Des valeurs relativement élevées de facteurs de plénitude indiquent que chaque fente de disque 42 s'adaptera à des forces centrifuges relativement élevées en provenance de
35 l'aube 18 par la queue d'aronde 40. L'expérience a montré

que pour maintenir une résistance suffisante à la fatigue oligocyclique et à la fatigue vibratoire dans le pied 38, la queue d'aronde 40 et les fentes 42, l'utilisation d'ensembles disque et aubes classiques est limitée à des valeurs du

5 facteur de plénitude allant jusqu'à environ 2,4.

L'ensemble disque et aubes 12 selon un mode de réalisation de la présente invention comporte des caractéristiques nouvelles et perfectionnées qui permettent de diminuer les rapports des rayons d'entrée et d'accroître le

10 facteur de plénitude comparé aux ensembles disque et aubes classiques, ce qui permet d'obtenir une amélioration du rendement aérodynamique tout en fournissant une durée de vie et des niveaux de contraintes acceptables pour l'ensemble. Plus particulièrement, un ensemble disque et aubes d'acier 12 a

15 de préférence un rapport de rayon inférieur à 0,5 pour des valeurs de facteurs de plénitude supérieures à environ 2,2 et avec une pente des plates-formes 26 supérieure à environ 20°. Ces valeurs permettent à l'ensemble disque et aubes d'acier 12 de remplacer un ensemble disque et aubes monobloc

20 de dimensions semblables pour avoir l'amélioration des rendements aérodynamiques de l'ensemble monobloc en titane tout en permettant l'enlèvement individuel de chaque aube pour réparer tout dommage provoqué par un corps étranger.

Des exemples d'ensembles disque et aubes classiques pour compresseurs et soufflantes ont été décrits dans

25 les brevets des Etats-Unis d'Amérique n° 4 265 595 et 3 395 891. Ces aubes de rotor conventionnelles comportent une pale, une plate-forme inclinée, un pied et une queue d'aronde. Le pied classique est un élément d'un seul tenant ayant une

30 section droite pratiquement rectangulaire.

De manière à utiliser une aube classique de ce type dans un ensemble disque et aubes d'acier ayant des rapports de rayons inférieurs à 0,5 et un facteur de plénitude supérieur à environ 2,2 et des plates-formes fortement inclinées d'environ 20 à 35°, le pied doit pouvoir être rela-

35

- 7 -

tivement plus long radialement, en particulier à son extrémité arrière, pour adapter correctement l'aube au disque, ce qui augmentera par conséquent de manière non souhaitée le poids du pied et sa flexibilité. Le pied et la queue d'aron-

5 de devront aussi être plus minces et plus petits pour s'adapter au périmètre extérieur réduit du disque et pour diminuer leur poids afin éviter les limites de résistance à la fatigue oligocyclique dans la région de la queue d'aron-

10 de. Cependant, diminuer l'épaisseur d'un pied classique diminue le moment d'inertie de ce pied, ou sa rigidité à la flexion, créant ainsi des limites non souhaitées de résistance à la fatigue vibratoire dues au premier mode de vibration en flexion bien connu à la fréquence d'excitation de 2/rev.

15 Selon un mode de réalisation de la présente invention comme représenté plus particulièrement aux figures 3A, 3B et 3C, l'aube 18 comporte un pied 38 perfectionné ayant un poids réduit tout en maintenant une rigidité à la flexion acceptable.

20 Plus spécifiquement, le pied 38 comporte deux surfaces latérales en vis-à-vis 48 placées dans une direction pratiquement tangentielle par rapport au disque 20 de la figure 1, et des première et deuxième surfaces d'extrémités opposées, 50 et 52, la première surface d'extrémité 50 tournée vers l'amont et la deuxième surface d'extrémité 52 tournée vers l'aval. Les première et deuxième surfaces d'extrémités 50 et 52 sont alignées de manière générale avec les bords d'attaque et de fuite 28 et 30 respectivement.

25

Le pied 38 a une section droite de forme générale

30 rectangulaire avec des surfaces latérales 48 plus longues que les surfaces d'extrémités 50 et 52 de sorte que le pied 38 est plus long dans le sens axial qu'il n'est large dans le sens tangentiel. Le poids 38 comprend aussi une extrémité radialement extérieure 54 liée rigidement à la plate-forme

35 32 et ayant une inclinaison parallèle à cette dernière. Une

- 8 -

extrémité radialement inférieure 56 du pied 38 est liée rigidement à la queue d'aronde 40.

Selon un mode de réalisation recommandé de la présente invention, la deuxième surface d'extrémité aval 52 du pied 38, qui est plus longue dans le sens radial que la première extrémité amont 50, comporte un évidement ou alvéole 58 s'étendant dans le pied 38 vers la première surface d'extrémité du pied 50. En particulier, l'alvéole 58 s'étend à partir de la partie centrale 59 de la deuxième surface d'extrémité 52 vers la première surface d'extrémité 50 et entre la queue d'aronde 40 et l'embase 26 de la pale à l'endroit de la plate-forme 32 (voir figure 3B). L'alvéole 58 est de préférence généralement triangulaire avec sa base placée à la deuxième surface d'extrémité du pied 52 et son sommet pointé vers la première surface d'extrémité du pied 50. L'alvéole 58 dans la seconde surface d'extrémité 52 définit ainsi des premier et deuxième montants espacés latéralement 60 et 62, respectivement, qui s'étendent dans une direction généralement longitudinale ou radiale à partir de la plate forme 32 vers la queue d'aronde 40.

L'alvéole 58 permet d'avoir un pied 38 avec un poids réduit sans diminuer de manière notable la rigidité à la flexion de ce pied. En particulier, en réalisant l'alvéole 58, les premier et deuxième montants 60 et 62, peuvent être et sont, de préférence plus espacés l'un de l'autre à l'extrémité extérieure 54 du pied près de la plate-forme 32 qu'à l'extrémité intérieure 56 du pied à proximité de la queue d'aronde 40.

Cet agencement permet d'obtenir une rigidité à la flexion accrue dans le pied 38 sans avoir une augmentation non souhaitée du poids. Un poids diminué du pied 38 est significatif dans la mesure où les dommages dus à la fatigue oligocyclique sont directement proportionnels au poids. Maintenir ou améliorer la rigidité à la flexion est significatif pour régler la réponse en fréquence de l'aube 28, en

particulier la réponse à 2/rev, pour maintenir une marge de fréquence acceptable pour obtenir une résistance à la fatigue vibratoire convenable. En outre, le poids du pied 38 est diminué par l'utilisation de l'alvéole relativement simple
5 58 qui n'introduit aucunes concentrations notables de contraintes qui autrement seraient introduites par les ouvertures d'allégement classiques.

Pour diminuer encore le poids du pied 38 sans diminuer notablement sa rigidité à la flexion, la seconde surface d'extrémité du pied à une forme concave dans laquelle
10 la partie centrale 59 de cette surface est plus proche de la première surface d'extrémité 50, éliminant ainsi le poids dû à la présence du matériau dans les premier et deuxième montants 60 et 62 qui existeraient autrement si la deuxième
15 surface d'extrémité 52 était pratiquement rectiligne.

Bien entendu, on remarquera que l'alvéole 58 permet une diminution de la taille globale du pied 38 et de la queue d'aronde 40 pour permettre une réduction du rapport de rayons d'entrée tout en maintenant une résistance acceptable
20 à la fatigue vibratoire et à la fatigue oligocyclique.

La figure 4 représente un alignement recommandé de la pale 22 par rapport au pied 38. En particulier, la pale en forme de croissant 22 est alignée de manière générale par rapport à un axe radial, longitudinal 64 d'aube, de sorte
25 que la pale 22 est placée radialement vers l'extérieur pratiquement seulement du premier montant 60 et d'une partie continue avant 66 du pied 38. Ceci permet un trajet de charge généralement rectiligne à partir de la pale 22 vers la queue d'aronde 40 sans introduire des contraintes de flexion
30 supplémentaires non souhaitées qui autrement se produiraient si la pale 22 était décalée par rapport au premier montant 60.

Dans la mesure où l'alvéole 58 s'étend seulement en partie dans le pied 38, une aire de section droite adéquate est maintenue dans la partie avant 66 du pied et dans
35

- 10 -

le premier montant 60 pour supporter les forces centrifuges de la pale 22 et de la plate-forme 32 sur la queue d'aronde 40. Le second montant 62 supporte une partie de cette charge mais a pour effet principal de maintenir une rigidité à la flexion acceptable pour le pied 38.

Bien entendu, des rapports de rayons R_1/R_2 et un facteur de plénitude C/D acceptables pour l'ensemble disque et aubes 12 sont fonction des matériaux choisis et de leurs rapports résistance/poids. Par exemple, l'acier utilisé de manière classique pour des aubes de compresseur ou de soufflante, par exemple l'AMS 5743, limite les rapports de rayons acceptables R_1/R_2 pour des pieds et queues d'aronde classiques à des valeurs supérieures ou égales à environ 0,5 avec un facteur de plénitude inférieur à environ 2,2. Cependant, selon la présente invention, un rapport de rayons R_1/R_2 inférieur à environ 0,5 et en particulier d'environ 0,42 a été obtenu dans un ensemble disque et aubes en acier 12, avec un facteur de plénitude supérieur à environ 2,2 et en particulier à environ 3,1 et une pente de plate-forme d'environ 30°.

Les aubes de compresseurs et de soufflantes classiques fabriqués en titane, par exemple AMS4928, permettent d'obtenir un rapport de rayons R_1/R_2 supérieur ou égal à environ 0,34 et un facteur de plénitude inférieur à environ 2,3. Cependant, avec l'utilisation de la présente invention, des rapports de rayons R_1/R_2 bien inférieurs à 0,34 peuvent être obtenus pour l'ensemble disque et aubes 12 avec un facteur de plénitude supérieur à environ 2,3 et, en particulier à environ 3,5, lorsque fabriqué en titane.

On a représenté figure 5 un autre mode de réalisation de la présente invention ayant une alvéole 68 qui s'étend à partir de la deuxième surface d'extrémité aval 52 dans le pied 38 et ensuite dans la plate-forme 32 et aussi dans la pale 22 près de l'embase 26. Dans la mesure où la pale 22 est généralement une structure relativement mince,

- 11 -

la réalisation de l'alvéole 68 dans sa partie radialement inférieure, là où la pale 22 est classiquement la plus épaisse, ou peut être rendue plus épaisse pour incorporer l'alvéole 68, n'affecte pas de manière contraire le rendement aérodynamique, tout en permettant une diminution plus importante du poids.

En conséquence, on remarquera de la description ci-dessus que l'ensemble disque et aubes 12 comportant l'alvéole 58 dans le pied d'aube 38 a pour résultat une aube 18 plus légère ayant une rigidité à la flexion de manière générale égale ou supérieure à celle qui pourrait être autrement réalisée sans l'alvéole 58. En conséquence, dans de nombreuses applications, la présente invention permet de substituer l'ensemble disque et aubes 12 à un ensemble disque et aubes monobloc classique de même taille, ce qui a pour résultat une augmentation de rendement aérodynamique due à des rapports de rayons faible tout en permettant un enlèvement aisé de l'aube pour réparer tout dégât provoqué par un corps étranger. L'invention peut être aussi mise en oeuvre dans d'autres ensembles classiques et de disques et d'aubes pour obtenir un poids réduit tout en maintenant la rigidité à la flexion et en améliorant la résistance à la fatigue oligocyclique et à la fatigue vibratoire.

- 12 -

REVENDEICATIONS

1. Aube de moteur à turbine à gaz caractérisée en ce qu'elle comporte :

- une pale (22) ayant une embase (26) ;
- 5 - un pied (38) s'étendant à partir de l'embase (26) de la pale et
- une queue d'aronde (40) s'étendant à partir du pied (38) ;

10 le pied (38) comportant deux surfaces latérales opposées (48), et une première et deuxième surfaces d'extrémité (50, 52) opposées, les surfaces latérales (48) étant plus longues que les surfaces d'extrémité et la deuxième surface d'extrémité (52) du pied comportant une alvéole (58) s'étendant à l'intérieur vers la première surface d'extrémité (50) du pied et entre la queue d'aronde (40) et l'embase (26) de la pale (22).

2. Aube selon la revendication 1 caractérisée en ce que la pale (22) a un bout d'aube (24), un bord d'attaque (28) et un bord de fuite (30), et en ce que l'aube comporte 20 en outre une plate-forme (32) s'étendant vers l'extérieur à partir de l'embase (26) de la pale (22) et étant inclinée vers le haut vers le bout (24) de la pale à partir du bord d'attaque (28) vers le bord de fuite (30), et dans laquelle le pied (38) a une extrémité extérieure (54) liée à la plate-forme (32) et qui est inclinée parallèlement à cette dernière et dans laquelle l'alvéole (58) du pied s'étend dans 25 une direction partant du bord de fuite (30) vers le bord d'attaque (28).

3. Aube de rotor de moteur à turbine à gaz comportant :

- 30 une pale (22) ayant un bout d'aube (24), une embase (26), un bord d'attaque (28) et un bord de fuite (30);
- une plate-forme (32) de forme généralement rectangulaire, délimitant un écoulement d'air, liée à l'embase (26) d la pale et étant inclinée vers le haut vers le bout

d'aube (24) à partir du bord d'attaque (28) vers le bord de fuite (30);

un pied (38) s'étendant à partir de la plate-forme (32); et

5 une queue d'aronde (40) s'étendant à partir du pied (38) ;

le pied (38) ayant deux surfaces latérales (48) opposées, et des première et seconde surfaces d'extrémités opposées (50, 52) qui sont de manière générale alignées avec
10 le bord d'attaque (28) et le bord de fuite (30) de la pale, respectivement, la deuxième surface d'extrémité (52) du pied comportant une alvéole (58) s'étendant à l'intérieur vers la première surface d'extrémité (50) et entre la plate-forme (32) et la queue d'aronde (40).

15 4. Aube selon la revendication 3 caractérisée en ce que en ce que l'alvéole (58) a une forme généralement triangulaire et que la seconde surface d'extrémité (52) du pied comporte des premier et second montants (60, 62) espacés, s'étendant à partir de la plate-forme (32) vers la
20 queue d'aronde (40).

5. Aube selon la revendication 4 caractérisée en ce que les premier et second montants (60, 62) sont plus espacés à l'endroit de la plate-forme (32) qu'à l'endroit de la queue d'aronde (40) pour fournir une rigidité à la flexion accrue dans le pied.
25

6. Aube selon la revendication 4 caractérisée en ce que la seconde surface d'extrémité (52) du pied a une forme concave, étant plus proche de la première surface d'extrémité (50) du pied en sa partie centrale(59).

30 7. Aube selon la revendication 4 caractérisée en ce que la pale (22) est de manière générale alignée par rapport à un axe longitudinal (64) de l'aube (18) pratiquement seulement avec la première extrémité du pied et le premier montant (60) pour réaliser un trajet de charge généralement
35 rectiligne à partir de la pale (22) vers la queue d'aronde

(40).

8. Aube selon la revendication 3 caractérisée en ce que l'alvéole (68) s'étend en outre à travers la plate forme (32) et dans la pale (22).

5 9. Ensemble disque et aubes pour un moteur à turbine à gaz, caractérisé en ce qu'il comporte :

un disque (20) comprenant une série de fentes (42) réparties circulairement, placées axialement dans le disque; et

10 une série d'aubes de rotor(18), chacune comportant une pale (22), une plate-forme (32), un pied (38) et une queue d'aronde (40), la queue d'aronde (40) étant placée dans une fente (42) du disque (20) pour fixer l'aube (18) au disque ;

15 chacun des pieds d'aube (38) comportant une alvéole (58) s'étendant à l'intérieur dans une direction amont à partir d'une surface d'extrémité aval (52) du pied.

10. Ensemble disque et aubes selon la revendication 9, caractérisé en ce que la plate-forme (32) comporte
20 une extrémité avant (34) ayant un rayon R_1 mesuré à partir d'un axe longitudinal (16) du moteur et en ce que la pale (22) comporte un bout d'aube (24) de rayon R_2 mesuré à partir de l'axe (16), le rapport des rayons R_1/R_2 étant inférieur à environ 0,5 et dans lequel des aubes contiguës
25 sont espacées d'une distance D entre leur embase(26), chacune des aubes ayant une longueur de corde C au droit de l'embase et le rapport C/D définissant le facteur de plénitude d'aube.

11. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que la plate-forme est inclinée
30 avec un angle d'environ 20 à 35° par rapport à l'axe longitudinal.

12. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que les aubes sont des aubes
35 d'acier et que le rapport de rayon est d'environ 0,42.

- 15 -

13. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que les aubes sont des aubes en acier et que le facteur de plénitude est supérieur à environ 2,2;

5 14. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que les aubes sont des aubes en acier et que le rapport des rayons est d'environ 0,42 et le facteur de plénitude est égal à environ 3,1;

10 15. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que les aubes sont en titane et que le rapport des rayons est inférieur à environ 0,34.

16. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que les aubes sont des aubes en titane et que le rapport des rayons est inférieur à 0,34 et
15 le facteur de plénitude est supérieur à environ 2,3.

17. Ensemble disque et aubes selon la revendication 10, caractérisé en ce que la pale (22) comporte un bout d'aube (24), une embase (26), un bord d'attaque (28) et un bord de fuite (30) et en ce que le pied (38) comprend deux
20 surfaces latérales opposées (48), et des première et seconde surfaces d'extrémité opposées (50, 52) généralement alignées avec le bord d'attaque (28) et le bord de fuite (30) de la pale (22) respectivement, l'alvéole (58) s'étendant à partir de la seconde surface d'extrémité (52) du pied vers la première surface d'extrémité (50) du pied et entre la plate
25 forme (32) et la queue d'aronde (40), l'alvéole (58) ayant une forme générale triangulaire et la seconde surface d'extrémité (52) du pied comprenant des premier et deuxième montants (60, 62) espacés s'étendant à partir de la plate-forme
30 (32) vers la queue d'aronde (40).

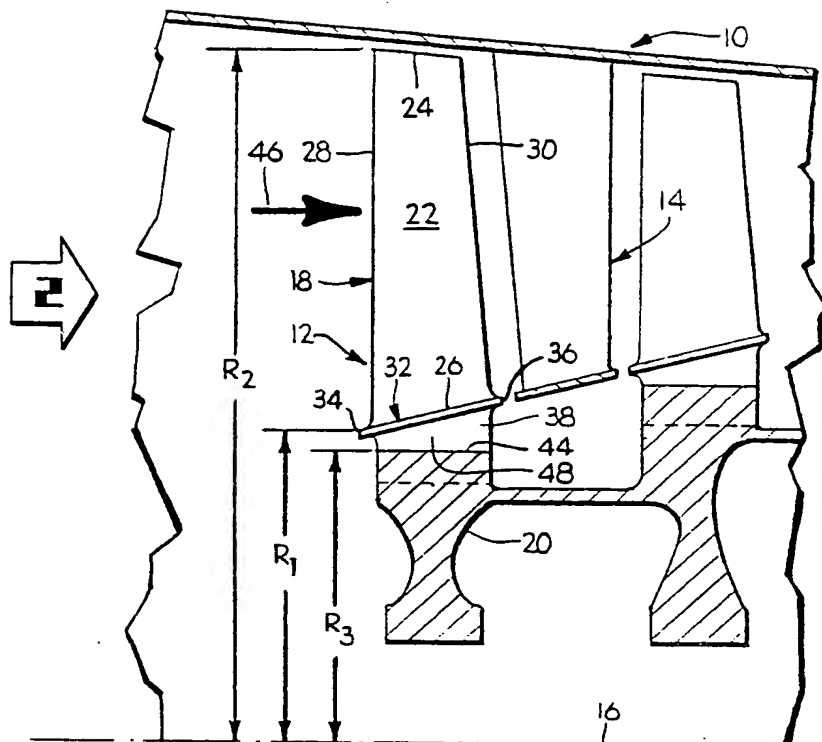
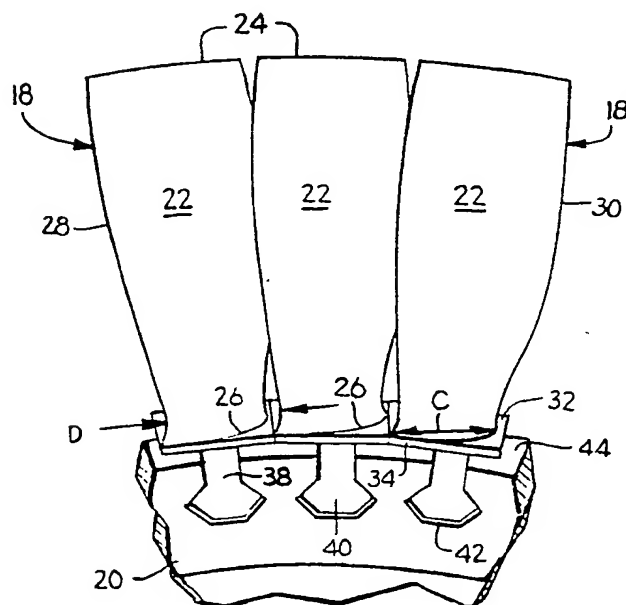
18. Ensemble disque et aubes selon la revendication 17, caractérisé en ce que les premier et second montants (60, 62) sont plus écartés à l'endroit de la plate-forme (32) qu'à l'endroit de la queue d'aronde (40)
35 pour fournir une rigidité à la flexion accrue dans le pied

- 16 -

(38).

19. Ensemble disque et aubes selon la revendication 17, caractérisé en ce que la seconde surface d'extrémité (52) du pied à une forme concave à proximité de la première surface d'extrémité (50) en sa partie centrale (59).

5

**Fig 1****Fig 2**

